



07-21-04

1 FW

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of:  
**Frank Kirschke et al.**

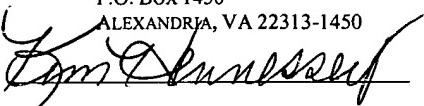
Serial No.: 10/811,369

Filing Date: March 26, 2004

Title: **Method for Detection of a Leak in  
the Intake Manifold of an Internal  
Combustion Engine and Internal  
Combustion Engine Setup Accordingly**

§ Group Art Unit: 3661  
§ Examiner:  
§  
§ Attny. Docket No. 070255.0637  
§ Client Ref.: 11743US/nh  
§

Mail Stop  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING VIA EXPRESS MAIL	
PURSUANT TO 37 C.F.R. § 1.10, I HEREBY CERTIFY THAT I HAVE INFORMATION AND A REASONABLE BASIS FOR BELIEF THAT THIS CORRESPONDENCE WILL BE DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE, ON THE DATE BELOW, AND IS ADDRESSED TO:	
MAIL STOP COMMISSIONER FOR PATENTS P.O. Box 1450 ALEXANDRIA, VA 22313-1450	
	
EXPRESS MAIL LABEL: EV448725013US	DATE OF MAILING: JULY 20, 2004

## SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

We enclose herewith a certified copy of German patent application DE 101 47 977.8 which is the priority document for the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,

BAKER BOTTS L.L.P. (023640)

By:   
Andreas H. Grobert  
(Limited recognition 37 C.F.R. §10.9)  
One Shell Plaza  
910 Louisiana Street  
Houston, Texas 77002-4995  
Telephone: 713.229.1964  
Facsimile: 713.229.7764  
AGENT FOR APPLICANTS

Date: July 20, 2004

BEST AVAILABLE COPY

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 47 977.8

Anmeldetag: 28. September 2001

Anmelder/Inhaber: Volkswagen Aktiengesellschaft, 38440 Wolfsburg/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Erkennen einer Leckage im Einlasskanal eines Verbrennungsmotors und zur Durchführung des Verfahrens eingerichteter Verbrennungsmotor

IPC: F 02 D 41/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. Juli 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer

**BEST AVAILABLE COPY****Verfahren zum Erkennen einer Leckage im Einlasskanal eines Verbrennungsmotors und zur Durchführung des Verfahrens eingerichteter Verbrennungsmotor**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer Leckage in einem Einlasskanal eines Verbrennungsmotors sowie einen Verbrennungsmotor zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei heutigen Verbrennungsmotoren ist es zur Erzielung einer optimalen Leistung oder eines optimalen Verbrauchs wichtig, den Verbrennungsmotor mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch mit einem definierten Mischungsverhältnis zu versorgen. Ein definiertes Kraftstoff-Luft-Gemisch kann insbesondere auch erforderlich sein, wenn die Abgase mittels eines Katalysators gereinigt werden sollen. In aller Regel hängt die Funktion eines Katalysators maßgeblich vom Mischungsverhältnis des verwendeten Kraftstoff-Luft-Gemischs ab. Zur Charakterisierung der Gemisch-Zusammensetzung wurde eine Luftzahl Lambda definiert. Sie ist das Verhältnis des aktuellen Kraftstoff-Luft-Verhältnisses zum stöchiometrischen Kraftstoff-Luft-Verhältnis. Bei einem Lambda-Wert von 1 ist der Kraftstoff mit gerade soviel Luft gemischt, wie zu seiner Verbrennung erforderlich ist. Für die heutzutage verwendeten Katalysatoren muss der Motor in einem sehr engen Bereich bzw. einem Katalysatorfenster betrieben werden, in dem der Lambda-Wert möglichst genau 1 beträgt.

Um den Lambda-Wert des Kraftstoff-Luft-Gemisches möglichst genau einhalten zu können, ist es bekannt, Verbrennungsmotoren mit einer Lambda-Regelung zu betreiben. Dabei wird zum einen mit einem Luftmassenmesser die in den Verbrennungsmotor hineinströmende Luft und zum anderen mit wenigstens einer Lambda-Sonde der Sauerstoffgehalt des Abgases ermittelt, das den Verbrennungsmotor nach der Verbrennung des Kraftstoffs verlässt. Aus diesen beiden Größen ermittelt eine Steuerung die zugeführte Kraftstoffmenge. Um den angestrebten Lambda-Wert auch bei Lastwechseln möglichst gut einhalten zu können, wird in der Steuerung die benötigte Kraftstoffmenge anhand von zwei Mechanismen ermittelt. Zum einen wird aus der Masse der einströmenden Luft die Kraftstoffmenge berechnet, die mit der einströmenden Luftmasse die gewünschte Luftzahl ergibt. Auf diese Weise kann sehr schnell auf Lastwechsel bzw. auf Änderungen der einströmenden Luftmasse reagiert werden. Nachteiligerweise erfolgt jedoch bei diesem Mechanismus keine Rückmeldung, ob

tatsächlich der gewünschte Lambda-Wert erreicht wird. So kann beispielsweise auf Grund unterschiedlicher Kraftstoffgüten bzw. Kraftstoffzusammensetzungen bei gleichbleibendem Kraftstoff-Luft-Verhältnis die Luftzahl des Gemisches schwanken. Um Schwankungen infolge unterschiedlicher Kraftstoffzusammensetzungen oder Ungenauigkeiten bei der Bestim-  
5 mung der einströmenden Luftmasse auszugleichen, ist eine überlagerte Lambda-Regelung vorgesehen, die die Menge des zugeführten Kraftstoffs in Abhängigkeit des am Auslass des Motors gemessenen Lambda-Werts beeinflusst. Die Ermittlung der Kraftstoffmenge in Ab-  
hängigkeit der einströmenden Luftmasse stellt somit eine Steuerung dar, wohingegen die Beeinflussung der Kraftstoffmenge in Abhängigkeit des gemessenen Lambda-Werts eine  
10 Regelung mit geschlossenem Regelkreis darstellt.

Idealerweise muss die Lambda-Regelung die Kraftstoffmenge nur noch wenig oder gar nicht beeinflussen, wenn die bei bestimmter einströmender Luftmasse zur Erzielung des ge-  
wünschten Lambda-Werts erforderliche Kraftstoffmenge genau zugeteilt wird.

15 Dabei ist es von großer Bedeutung, dass die in den Motor einströmende Luftmasse genau bestimmt wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, Leckagen im Einlasskanal des Verbrennungsmotors zu erkennen. Weiterhin ist an den Einlasskanal oft eine Kurbelgehäuse-Entlüftung angeschlossen, so dass bei einer fehlerhaften Verbindung zwischen dem Ein-  
20 lasskanal und der Kurbelgehäuse-Entlüftung eine Leckage im Einlasskanal entsteht, die zu einer Fehlfunktion des Verbrennungsmotors führen kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren sowie einen Verbrennungsmotor zu schaffen, bei denen eine Leckage im Einlasskanal des Verbrennungsmotors mit gerin-  
25 gem Aufwand erkannt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. einen Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vor-  
30 liegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß wird davon ausgegangen, dass in Abhängigkeit der ermittelten einströ-  
menden Luftmasse die zum Erreichen des gewünschten Lambda-Werts erforderliche Kraft-  
stoffmenge im Wesentlichen richtig zudosiert wird. Falls unter diesen Voraussetzungen die  
35 Lambda-Regelung besonders stark eingreifen muss, um den gewünschten Lambda-Wert zu erreichen, kann dies als Hinweis verwendet werden, dass in den Verbrennungsmotor mehr Luft als die ermittelte Luftmasse einströmt und somit eine Leckage im Einlasskanal des

Verbrennungsmotors vorliegt. Dieses Verfahren ist grundsätzlich unabhängig von dem angestrebten Lambda-Wert einsetzbar. Es kann sowohl bei einem Magerbetrieb des Verbrennungsmotors verwendet werden, bei dem der Sollwert des Lambda-Werts über 1 liegt, und auch bei dem derzeit am häufigsten verwendeten Regelungsverfahren, bei dem ein Lambda-Wert von 1 angestrebt wird. In einem besonders einfachen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das Auswertesignal gleich dem Stellsignal der Lambda-Regelung sein.

Vorteilhafterweise wird dieses Verfahren in einem Betriebsabschnitt des Verbrennungsmotors durchgeführt, in dem keine Lastwechsel auftreten. Dies kann insbesondere der Betrieb im Leerlauf sein. Auf diese Weise wird ein stationärer Zustand der Regelung erreicht, in dem keine Störungen durch Einschwingvorgänge der Regelung bzw. Steuerung auftreten.

Dabei können in der Lambda-Regelung verschiedene Adoptionswerte verwendet werden, die in bestimmten Lernphasen ermittelt werden und zur Beeinflussung des Stellsignals der Lambda-Regelung verwendet werden. Solche Adoptionswerte können dazu verwendet werden, um bei der Bestimmung der Kraftstoffmenge einen Stelleingriff zu erzielen, dessen Notwendigkeit von vornherein bekannt ist. Die zugeteilte Kraftstoffmenge kann dann anhand der Adoptionswerte und des Werts des Lambda-Reglers berechnet werden. Beispielsweise kann auf diese Weise berücksichtigt werden, wenn der verwendete Kraftstoff eine besonders niedrige Güte aufweist, so dass eine höhere Kraftstoffmenge zugeteilt werden muss. Mit Hilfe der Adoptionswerte kann erreicht werden, dass der Lambda-Regler immer in einem optimalen Arbeitsbereich und insbesondere um die Neutrallage herum betrieben werden kann. Die Adoptionswerte können sowohl multiplikative als auch additive Adoptionswerte sein. Ein additiver Adoptionswert kann insbesondere verwendet werden, um im Leerlaufbetrieb oder bei sehr geringer Last einen korrekten Betrieb des Verbrennungsmotors zu erreichen. Ein multiplikativer Adoptionswert kann insbesondere im Teillastbereich verwendet werden.

Werden Adoptionswerte verwendet, müssen diese bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens berücksichtigt werden. Das Auswertesignal setzt sich dann zusammen aus dem Stellsignal der Lambda-Regelung und Korrekturfaktoren, die von den gegebenenfalls vorhandenen und aktiven Adoptionswerten abhängen. Dabei wird für jeden Adoptionswert jeweils ein Korrekturwert erzeugt, wobei sowohl für jeden multiplikativen als auch für jeden additiven Adoptionswert ein Korrekturwert erzeugt wird, der multiplikativ wirkt. Um für einen additiven Adoptionswert einen multiplikativen Korrekturwert zu erzeugen, muss eine entsprechende Berechnungsvorschrift verwendet werden. Dazu kann auch ein additiver Adoptionswert zunächst in einen multiplikativen Wert umgewandelt werden.

Weiterhin ist es denkbar, nicht die Absolutwerte der Adoptionswerte bei der Bildung des Auswertesignals zu nutzen, sondern die Änderungen der Gemisch-Adoptionswerte zu verwenden.

5

Ebenso können Korrekturfaktoren eingeführt werden, die in Abhängigkeit der Höhe, auf der der Verbrennungsmotor betrieben wird, bzw. der Temperatur des Verbrennungsmotors erzeugt werden.

10

Zur Erkennung einer Leckage bzw. zur Auswertung des Auswertesignals kann ein Zeitfenster definiert werden, innerhalb dessen die Erkennung durchgeführt wird. Dabei wird eine erste Zeitdauer gemessen, in der das Auswertesignal oberhalb eines oberen Grenzwerts liegt und eine zweite Zeitdauer, in der das Auswertesignal unterhalb eines unteren Grenzwerts liegt. Anschließend kann die Zeitdifferenz zwischen diesen beiden Zeitdauern ermittelt werden und auf die Dauer des Messfensters bezogen werden, um eine dimensionslose Bezugsgröße zu erhalten.

15

Wenn nun keine Leckage auftritt, dann überschreitet das Auswertesignal den Grenzwert nicht oder nur für sehr geringe Zeit. Die zweite Zeitdauer ist somit wesentlich größer als die erste Zeitdauer, so dass sich eine negative Differenz ergibt, die auf die Messfensterlänge bezogen einen Wert von nahezu -1 ergibt. Im Fall einer Leckage liegt das Auswertesignal wesentlich länger über dem Grenzwert, so dass sich eine große positive Differenz der beiden Zeitdauern ergibt, die maximal gleich der Länge des Messfensters sein kann. Nach der Beziehung auf die Messfensterlänge ergibt sich in so einem Fall ein Wert von nahezu +1. Vorteilhafterweise wird als endgültige Fehlerschwelle ein Wert von 0,8 eingeführt.

25

Vorteilhafterweise wird jedoch während des Diagnoseablaufs zur Leckerkennung ständig die Differenz zwischen den zwei Zeitdauern berechnet und auf die aktuelle Messfensterzeit bezogen. Auf diese Weise liegt während des Diagnoseablaufs bereits von Anfang an ein Wert für die Bezugsgröße vor. Der Vergleich zwischen der dimensionslosen Bezugsgröße und der Fehlerschwelle kann in so einem Fall auch nach einer Mindestmesszeit erfolgen, die kleiner als die Messfensterlänge sein kann. Bei eindeutiger Fehlersituation wird so eine sehr schnelle Fehlererkennung möglich.

30

35

Der untere und der obere Grenzwert können gleich sein, können aber auch durch einen Sicherheitsabstand zur Vermeidung von Fehldiagnosen getrennt sein. Liegt man mit dem Auswertesignal zwischen den Schwellen, sinkt wegen der Bezugnahme auf die stetig stei-

3 3 3 3 3 3 3 3 3

- 5 -

gende Messfensterzeit der Wert der dimensionslosen Bezugsgröße, so dass man sich von einem möglicherweise ungerechtfertigten Fehlereintrag entfernt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt dabei den schematischen Aufbau eines Verbrennungsmotors zusammen mit den zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Komponenten gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In dem Funktionsschema sind ein Verbrennungsmotor 3 mit einem Einlasskanal 1 und einem Auslasskanal 7 dargestellt. Durch den Einlasskanal 1 wird die zur Verbrennung notwendige Luft angesaugt, wohingegen durch den Auslasskanal 7 die Verbrennungsgase ausgestoßen werden.

Im Einlasskanal 1 ist zuvorderst ein Luftfilter 6 zur Reinigung der einströmenden Luft und anschließend ein Luftmassenmesser 2 angeordnet. Der Luftmassenmesser 2 ermittelt die in den Einlasskanal 1 je Zeiteinheit einströmende Luftmasse.

Der Verbrennungsmotor 3 ist ein Kolbenmotor mit einem Kurbelgehäuse, dem eine Kurbelgehäuse-Entlüftung 5 zugeordnet ist. Die Kurbelgehäuse-Entlüftung 5 dient dazu, Kraftstoffdämpfe, die am Kolben vorbei in das Kurbelgehäuse gelangt sind, wieder abzusaugen. Dazu ist die Kurbelgehäuse-Entlüftung 5 mit dem Einlasskanal 1 verbunden.

Im Auslasskanal 7 ist eine Lambda-Sonde 4 angeordnet, um den Sauerstoffgehalt der Verbrennungsgase zu messen.

Weiterhin ist eine Lambda-Regelung 8 und eine Steuereinrichtung 9 vorgesehen, um die zum Betrieb des Verbrennungsmotors 3 erforderliche Kraftstoffmenge zu bestimmen. Die Steuereinrichtung 9 ist dazu mit dem Luftmassenmesser 2 verbunden, der das Ergebnis der Luftmassenmessung an die Steuereinrichtung 9 leitet. Die Steuereinrichtung 9 erhält weiterhin ein Stellsignal von der Lambda-Regelung 8, die wiederum mit der Lambda-Sonde 4 verbunden ist. Die Lambda-Regelung 8 ist so ausgelegt, dass sie mit Hilfe des an die Steuereinrichtung 9 geleiteten Stellsignals das in den Verbrennungsmotor 3 einströmende Kraftstoff-Luft-Gemisch so beeinflusst, dass der Sauerstoffgehalt der Verbrennungsgase einen bestimmten Sollwert einnimmt.

6

Die Steuereinrichtung 9 hingegen ist so eingerichtet, dass sie abhängig von der im Luftmassenmesser 2 ermittelten Luftmasse die erforderliche Kraftstoffmenge berechnet, die zum Erreichen des gewünschten Lambda-Werts erforderlich ist. Dabei wird zusätzlich das Stellsignal der Lambda-Regelung 8 berücksichtigt. Eine Überprüfung, ob mit der zugeteilten Kraftstoffmenge der angestrebte Lambda-Wert erreicht wird, wird von der Steuereinrichtung 9 nicht durchgeführt. Dies wird mit Hilfe der Lambda-Regelung 8 erreicht, die über den Eingriff in die Steuerung 9 einen geschlossenen Regelkreis bildet.

- Wenn der Einlasskanal 1 keine Leckage aufweist, kann die Steuereinrichtung 9 anhand der gemessenen Luftmasse die erforderliche Kraftstoffmenge mit einer gewissen Genauigkeit berechnen. Abweichungen können sich insbesondere durch Ungenauigkeiten bei der Luftmassenmessung, Bauteilabweichungen, geänderten Verbrennungsbedingungen oder Änderungen der Kraftstoffzusammensetzung ergeben. Die Abweichungen der auf Grund der Luftmasse bestimmten Kraftstoffmenge von der idealen Kraftstoffmenge werden von der Lambda-Regelung 8 bzw. dem Stellsignal ausgeglichen. Dabei ist jedoch nur ein kleiner Stelleingriff der Lambda-Regelung 8 erforderlich, da die Steuereinrichtung 9 anhand der gemessenen Luftmasse bereits einen hinreichend guten Wert für die Kraftstoffmenge ermitteln konnte.
- Wenn jedoch innerhalb des Einlasskanals 1 eine Leckage auftritt, strömt in den Verbrennungsmotor 3 mehr Luft ein, als von dem Luftmassenmesser 2 gemessen werden kann. Folge davon ist, dass die Steuereinrichtung 9 gemessen an der tatsächlich in den Verbrennungsmotor 3 einströmenden Luftmasse eine zu geringe Kraftstoffmenge zuteilt. Dies führt zu einem zu hohen Sauerstoffanteil in den Verbrennungsgasen. Die Lambda-Regelung 8 versucht daraufhin, diese Abweichung auszugleichen, indem sie mittels des Stellsignals eine Erhöhung der Kraftstoffmenge in der Steuereinrichtung 9 verursacht. Die Leckage im Einlasskanal 1 führt zu einem ungewöhnlich hohen Wert des Stellsignals, da die Lambda-Regelung 8 mittels des Stellsignals versucht, den Kraftstoffanteil für die Leckluft zuzuteilen, die von der Steuerungseinrichtung 9 zusammen mit der Luftmassenmessung nicht berücksichtigt werden konnte.

Die Steuereinrichtung 9 ist weiterhin so eingerichtet, dass sie ein Auswertesignal in Abhängigkeit des Stellsignals der Lambda-Regelung 8 erzeugen und überwachen kann. Das Auswertesignal wird von der Steuereinrichtung durch Multiplikation des Stellsignals der Lambda-Regelung 8 mit Korrekturfaktoren erzeugt. Die Korrekturfaktoren werden abhängig von der Höhe, auf der der Verbrennungsmotor 3 betrieben wird, der Temperatur des Verbrennungsmotors 3 und abhängig von Adoptionswerten erzeugt.

Die Adoptionswerte werden von der Steuereinrichtung 9 in Lernphasen erzeugt und bei der Bestimmung des Stellsignals berücksichtigt, um sich langsam ändernde mittelfristige oder langfristige Einflüsse auf die erforderliche Kraftstoffmenge zu berücksichtigen. Diese Einflüsse können beispielsweise die Kraftstoffqualität, Bauteiltoleranzen oder sich ändernde Verbrennungsbedingungen sein. Mit Hilfe der Adoptionswerte ist es möglich, das Stellsignal der Lambda-Regelung 8 in einem optimalen Bereich und insbesondere in der Nähe der Neutrallage zu halten. Von der Steuereinrichtung 9 werden sowohl additive, bei der Stellsignalbestimmung additiv berücksichtigte als auch multiplikative, bei der Stellsignalbestimmung multiplikativ berücksichtigte Adoptionswerte erzeugt, wobei die additiven Adoptionswerte im Leerlaufbetrieb und die multiplikativen Adoptionswerte im Teillastbereich verwendet werden.

Zur Auswertung des Auswertesignals ist in der Steuereinrichtung 9 in einer Leerlaufphase des Verbrennungsmotors 3 ein Messfenster mit einer Dauer von 8 Sekunden vorgesehen. Während der Dauer dieses Messfensters überwacht die Steuereinrichtung 9, ob das Auswertesignal der Lambda-Regelung 8 einen oberen Grenzwert überschreitet oder einen unteren Grenzwert unterschreitet. Die Steuereinrichtung 9 misst dabei eine erste Zeitdauer, in der das Auswertesignal den oberen Grenzwert überschreitet, und eine zweite Zeitdauer, in der der untere Grenzwert unterschritten wird. Die Zeitdauer, in der das Auswertesignal zwischen diesen beiden Grenzwerten liegt, wird außer Acht gelassen. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass in unsicheren Fällen eine fehlerhafte Erkennung einer Leckage im Einlasskanal 1 nicht erfolgt.

Während der Dauer des Messfensters wird ständig die zweite Zeitdauer von der ersten Zeitdauer subtrahiert und die erhaltene Differenz auf die verstrichene Zeitdauer des Messfensters bezogen. Das Ergebnis ist ein Verhältnis, das sich je nach den beiden Zeitdauern zwischen -1 und +1 bewegt. Dieses Verhältnis wird ab einer Mindestmesszeit von insbesondere 4 Sekunden mit einer Fehlerschwelle, deren Wert 0,8 beträgt, verglichen und ein Fehlersignal erzeugt, wenn das Verhältnis über der Fehlerschwelle liegt.

25  
30

Auf eine Leckage in Einlasskanal 1 wird demnach dann erkannt, wenn das Auswertesignal der Lambda-Regelung 8 lange Zeit über dem oberen Grenzwert lag, d. h., die Lambda-Regelung 8 über einen langen Zeitraum versucht, zusätzlichen Kraftstoff zuzumessen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 5    1 Einlasskanal
- 2 Luftmassenmesser
- 3 Verbrennungsmotor
- 4 Lambdasonde
- 5 Kurbelgehäuseentlüftung
- 10   6 Luftfilter
- 7 Auslasskanal

91 92 93 94 95 96 97 98 99

## PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zum Erkennen einer Leckage in einem Einlasskanal (1) eines Verbrennungsmotors (3), bei dem eine zugeführte Kraftstoffmenge in Abhängigkeit einer den Einlasskanal (1) an einer Luftmassenmesstelle (2) durchströmende Luftmasse und eines Stellsignals einer Lambda-Regelung (8) bestimmt wird, die den Sauerstoffgehalt des Abgases des Verbrennungsmotors (3) nach der Verbrennung misst und das Stellsignal derart beeinflusst, dass der Sauerstoffgehalt des Abgases einen bestimmten Wert annimmt, und bei dem ein Auswertesignal in Bezug auf das Überschreiten bzw. Unterschreiten eines Grenzwerts überwacht wird, wobei das Auswertesignal in Abhängigkeit des Stellsignals der Lambda-Regelung (8) erzeugt wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abhängigkeit der zugeführten Kraftstoffmenge von der einströmenden Luftmasse ein bestimmtes stöchiometrisches Verhältnis zwischen der Luftmasse und der Kraftstoffmenge ist.
- 15 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erkennung einer Leckage in dem Einlasskanal (1) während des Leerlaufs des Verbrennungsmotors (3) durchgeführt wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswertesignal durch Multiplikation des Stellsignals des Lambda-Reglers (8) mit wenigstens einem Korrekturwert erzeugt wird, der in Abhängigkeit wenigstens eines Adoptionswerts erzeugt wird, der von der Lambda-Regelung (8) in bestimmten Betriebsphasen des Verbrennungsmotors (3) erzeugt und zur Beeinflussung des Stellsignals der Lambda-Regelung (8) verwendet wird.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Korrekturwert in Abhängigkeit der Änderung des wenigstens einen Adoptionswerts erzeugt wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein multiplikativer Adoptionswert erzeugt wird, der bei der Bestimmung des Stellsignals multiplikativ wirkt.
- 35

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein additiver Adap-  
tionswert erzeugt wird, der bei der Bestimmung des Stellsignals additiv wirkt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
das Auswertesignal durch Multiplikation des Stellsignals des Lambda-Reglers (8) mit ei-  
nem Höhenkorrekturwert erzeugt wird, der in Abhängigkeit der Höhe erzeugt wird, auf  
der sich der Verbrennungsmotor (3) befindet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
das Auswertesignal durch Multiplikation des Stellsignals des Lambda-Reglers (8) mit ei-  
nem Temperaturkorrekturwert erzeugt wird, der in Abhängigkeit der Temperatur des  
Verbrennungsmotors (3) erzeugt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass  
während der Zeitdauer eines Messfensters eine erste Zeitdauer gemessen wird, in der  
das Auswertesignal den Grenzwert überschreitet, und eine zweite Zeitdauer ermittelt  
wird, in der das Stellsignal den Grenzwert unterschreitet, die Differenz zwischen der ers-  
ten und der zweiten Zeitdauer auf die verstrichene Zeitdauer des Messfensters zur Ge-  
winnung einer Bezugsgröße bezogen wird und zum Erkennen einer Leckage in dem  
Einlasskanal (1) die Bezugsgröße mit einer Fehlerschwelle verglichen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtzeitdauer des  
Messfensters 8 Sekunden dauert und eine Erkennung einer Leckage erst nach einer  
Mindestzeitdauer von 4 Sekunden zugelassen wird.
12. Verbrennungsmotor (3) mit einem Einlasskanal (1), einer Steuereinrichtung (9) und einer  
Lambda-Regelung (8), wobei die Steuereinrichtung (9) derart eingerichtet ist, dass sie  
die den Einlasskanal (1) durchströmende Luftmasse mittels eines Luftmassenmessers  
(2) ermittelt und eine zugeführte Kraftstoffmenge in Abhängigkeit der ermittelten Luft-  
masse und eines Stellsignals der Lambda-Regelung (8) bestimmt, und die Lambda-  
Regelung (8) derart eingerichtet ist, dass sie den Sauerstoffgehalt des Gases des  
Verbrennungsmotors (3) mittels einer Lambdasonde (4) misst und das Stellsignal derart  
beeinflusst, dass der Sauerstoffgehalt einen bestimmten Wert annimmt, und die Steu-  
ereinrichtung (9) weiterhin derart eingerichtet ist, dass sie ein Auswertesignal in Abhän-  
gigkeit des Stellsignals der Lambda-Regelung (8) erzeugt und in Bezug auf das Über-  
schreiten bzw. Unterschreiten eines Grenzwerts überwacht.

13. Verbrennungsmotor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (9) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 11 eingerichtet ist.

## ZUSAMMENFASSUNG

### 5 Verfahren zum Erkennen einer Leckage im Einlasskanal eines Verbrennungsmotors und entsprechend eingerichteter Verbrennungsmotor

Bei einem Verbrennungsmotor (3) mit Lambda-Regelung (8) kann eine Leckage im Einlasskanal (1) des Verbrennungsmotors (3) erkannt werden, indem ein Auswertesignal in Abhängigkeit eines Stellsignals der Lambda-Regelung (8) erzeugt und in Bezug auf das Überschreiten eines Grenzwerts überwacht wird. Im Fall einer Leckage im Einlasskanal (1) erhält der Verbrennungsmotor (3) eine zusätzliche Luftmasse, die von einem Luftmassenmesser (2) nicht erfasst worden ist. Die zusätzliche Luftmasse wird von der Lambda-Regelung (8) durch eine Erhöhung des Stellsignals ausgeglichen, so dass das ebenfalls erhöhte Auswertesignal zum Erkennen von Leckagen im Einlasskanal (1) herangezogen werden kann. Insbesondere kann auf diese Weise erkannt werden, ob eine Kurbelgehäuse-Entlüftung (5) des Verbrennungsmotors (3) noch ordnungsgemäß mit dem Einlasskanal (1) verbunden ist.

11743-K10570

